

267.174

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of: :  
SALVATORE PERAGINE :  
Serial No.: :  
Filed: Concurrently Herewith :  
For: ADJUSTABLE....ELECTROLYZERS :

475 Park Avenue South  
New York, N.Y. 10016  
March 31, 2004


**PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

With respect to the above-captioned application, Applicant claims the priority of  
the attached application as provided by 35 U.S.C. 119.

Respectfully submitted,  
Muserlian, Lucas and Mercanti

  
\_\_\_\_\_  
Charles A. Muserlian, 19,683  
Attorney for Applicant  
Tel. # (212) 661-8000

CAM:ds  
Enclosure: Italian priority Appln. No. MI 2003 A 000731  
Filed: April 10, 2003  
Return receipt postcard



# Ministero delle Attività Produttive

Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività  
Ufficio Italiano Brevetti e Marchi  
Ufficio G2



Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per: **Invenzione Industriale**

N. MI2003 A 000731

*Si dichiara che l'unità copia è conforme ai documenti originali  
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati  
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

Roma, li **22 MAR 2004**

IL FUNZIONARIO

*Paola Giuliano*

**D.ssa Paola Giuliano**

# AL MINISTERO DELLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA

DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE, DEPOSITO RISERVE, ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO



## A. RICHIEDENTE (I)

1) Denominazione DE NORA ELETTRODI S.p.A.  
Residenza MILANO codice 0156

2) Denominazione \_\_\_\_\_  
Residenza \_\_\_\_\_ codice \_\_\_\_\_

## B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome nome \_\_\_\_\_ cod. fiscale \_\_\_\_\_

denominazione studio di appartenenza \_\_\_\_\_

via \_\_\_\_\_ n. \_\_\_\_\_ città \_\_\_\_\_ cap \_\_\_\_\_ (prov) \_\_\_\_\_

## C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario COME SOPRA

via Dei Canzi n. 1 città MILANO cap 20134 (prov) MI

## D. TITOLO

classe proposta (sez/cl/sci) \_\_\_\_\_ gruppo/sottogruppo \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

ANODI REGOLABILI PER ELETTROLIZZATORI CLORO-SODA A DIAFRAMMA

## ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO:

SI ☐ NO ☒

SE ISTANZA: DATA \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ N° PROTOCOLLO \_\_\_\_\_

## E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome

1) PERAGINE Salvatore 3) \_\_\_\_\_

2) \_\_\_\_\_ 4) \_\_\_\_\_

## F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione

tipo di priorità

numero di domanda

data di deposito

allegato  
S/R

1) \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ ☐

2) \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ ☐

## G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA CULTURE DI MICRORGANISMI denominazione

## H. ANNOTAZIONI SPECIALI

## DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.

Doc. 1) ☐ PROV n. pag. 19 riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare) ....

Doc. 2) ☐ PROV n. tav. 8 disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare) .....

Doc. 3) ☐ RIS lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale .....

Doc. 4) ☐ RIS designazione inventore .....

Doc. 5) ☐ RIS documenti di priorità con traduzione in italiano .....

Doc. 6) ☐ RIS autorizzazione o atto di cessione .....

Doc. 7) ☐ nominativo completo del richiedente

8) attestati di versamento, totale Euro 291,80 \_\_\_\_\_ obbligatorio

COMPILATO IL 10/04/2003

FIRMA DEL(I) RICHIEDENTE(I)

n. G.

CONTINUA SI/NO NO

Renato Gazzaniga, Amministratore Delegato

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SI/NO SI

CAMERA DI COMMERCIO IND. ART. E AGR. DI MILANO

VERBALE DI DEPOSITO

NUMERO DI DOMANDA

MI2003A 000731

Reg. A.

L'anno

DUEMILATRE

il giorno

DIECI

del mese di

APRILE

il(i) richiedente(i) sopraindicato(i) ha(hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda, con fogli di n. \_\_\_\_\_

00 fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopraportato.

## I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIALE ROGANTE

IL DEPOSITANTE

Renato Gazzaniga



L'UFFICIALE ROGANTE

M. CORTONESI

RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE, DESCRIZIONE E RIVENDICAZIONE

NUMERO DOMANDA MI2003A 000731

REG. A

DATA DI DEPOSITO 19/04/2003

NUMERO BREVETTO

DATA DI RILASCIO

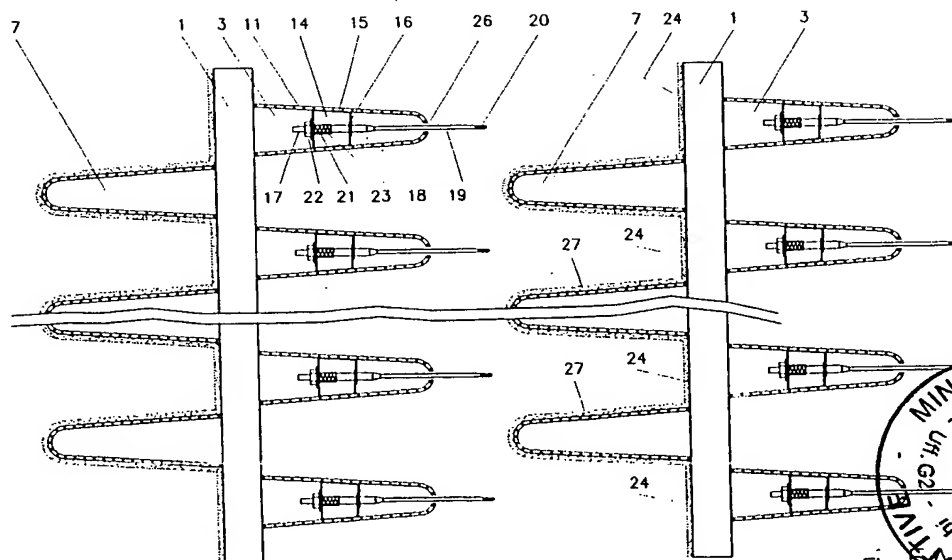
## D. TITOLO

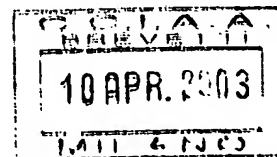
ANODI REGOLABILI PER ELETTROLIZZATORI CLORO-SODA A DIAFRAMMA

## L. RIASSUNTO

Viene descritto un anodo di nuovo disegno adatto a elettrolizzatori cloro-soda a diaframma di tipo bipolare caratterizzato dal fatto di essere costituito da due lamiere parallele e contrapposte di titanio provviste di aperture e di rivestimento catalitico per l'evoluzione di cloro e da un dispositivo divaricatore a risposta elastica fissato a ciascuna delle superfici delle due lamiere, dove l'espansione del dispositivo divaricatore e quindi delle lamiere ad esso fissate è regolata da un perno mobile comprendente due sezioni con diverso diametro ed una molla. La molla viene compressa al momento dell'assemblaggio degli anodi nell'elettrolizzatore e permette lo scorrimento del perno che causa la divaricazione delle due lamiere. Pertanto, la distanza fra lamiere e diaframmi applicati sui catodi è diminuita o anche annullata a seconda della regolazione del dispositivo effettuata prima dell'assemblaggio e la tensione elettrica di esercizio dell'elettrolizzatore risulta sostanzialmente diminuita. Durante il disassemblaggio effettuato in fase di manutenzione la molla si distende e causa il ritorno del perno in posizione di riposo con conseguente contrazione delle lamiere, cosicché l'estrazione degli anodi può avvenire facilmente senza rischi di danneggiamenti meccanici.

## M. DISEGNO



**DESCRIZIONE DI INVENZIONE INDUSTRIALE****A NOME: DE NORA ELETTRODI S.p.A.**

La produzione di cloro e soda caustica da soluzioni di cloruro di sodio, la produzione di alluminio da sali fusi e la elettrometallurgia sono oggi i maggiori processi elettrochimici di interesse industriale. L'elettrolisi cloro-soda in particolare è realizzata in base a tre tipi di tecnologie, rispettivamente a catodo di mercurio, a diaframma e a membrana. Quest'ultimo tipo di elettrolisi è il più avanzato e da alcuni anni rappresenta ormai l'unica alternativa per la costruzione di nuovi impianti in considerazione dei minori costi di energia elettrica e dell'impatto ambientale pressoché nullo, mentre le tecnologie a catodo di mercurio e a diaframma sopravvivono in impianti ormai ammortizzati in cui appunto i maggiori costi variabili sono almeno in parte bilanciati dai minori costi fissi. Per rendere accettabile l'esercizio di questi impianti in una situazione di crescenti prezzi dell'energia elettrica e di maggiore attenzione alla salute umana e all'ambiente si è assistito negli ultimi anni ad un continuo miglioramento tecnologico che nel caso della tecnologia a diaframma ha portato alla messa a punto di diaframmi basati su fibre inerti in sostituzione dell'asbesto utilizzato inizialmente e a modifiche del disegno dei catodi e degli anodi dirette a diminuire il consumo di energia elettrica. Fissando l'attenzione al disegno degli anodi, si è in particolare assistito alla sostituzione degli anodi, noti come anodi "box", con anodi di tipo espandibile, dotati di dispositivi di espansione forzata eventualmente ad azione controllata. Gli anodi "box", nati come sostituti dei vecchi anodi di grafite di cui mantengono sostanzialmente la forma esterna (si veda ad esempio US 3,591,483), sono costituiti da una lamiera di titanio fornita di aperture, ad esempio una lamiera di tipo espanso, piegata a costituire una scatola vuota (di qui il nome di anodi "box") a

forma di prisma a base rettangolare schiacciata. Durante l'assemblaggio dell'elettrolizzatore gli anodi, che sono fissati in una molteplicità di file parallele su una base di supporto e di distribuzione della corrente elettrica, sono interposti fra corrispondenti file di catodi anch'essi in forma di scatole piatte formate da lamiere perforate o da reti di filo metallico coperte da un diaframma poroso costituito, come detto precedentemente, da fibre inerti stabilizzate con un polimero legante. Questa operazione di inserimento è piuttosto delicata e, per evitare che i diaframmi vengano danneggiati da urti o sfregamenti contro gli anodi, gli anodi stessi hanno larghezze sensibilmente minori rispetto alla distanza esistente fra le file dei catodi provvisti di diaframma. Ne consegue che in esercizio l'apprezzabile distanza fra anodi e diaframmi comporta una elevata tensione, cui corrisponde un elevato consumo di energia elettrica.

Per superare questo inconveniente, particolarmente pesante in tempi di crescenti prezzi dell'energia elettrica, sono stati introdotti gli anodi espandibili ancora con forma di scatola piatta, ma con le due superfici maggiori capaci di contrarsi cioè di avvicinarsi o allontanarsi pur rimanendo parallele fra di loro (si veda ad esempio US 3,674,676). In particolare, al momento dell'assemblaggio negli elettrolizzatori, gli anodi sono mantenuti in posizione contratta da appositi vincoli ed assumono così una larghezza ridotta che consente di evitare danni ai diaframmi. Una volta posizionati gli anodi fra le file di catodi i vincoli vengono estratti lasciando le superfici degli anodi libere di espandersi per effetto dell'intrinseca elasticità della struttura. L'estrazione dei vincoli non presenta difficoltà particolari in quanto l'elettrolizzatore nella fase di assemblaggio degli anodi fra le file di catodi è privo di coperchio e pertanto l'accesso agli anodi è del tutto libero.

Ulteriori sviluppi degli anodi espandibili sono rappresentati dalla introduzione di dispositivi di espansione forzata, eventualmente dotati di mezzi di regolazione (si vedano ad esempio US 5,534,122 e IT MI2003A 000106), il cui obiettivo è di permettere che dopo l'espansione degli anodi si verifichi la completa adesione delle lamiere degli anodi alla superficie dei diaframmi anche nelle zone di non planarità in modo da minimizzare ulteriormente il consumo di energia elettrica.

Gli anodi "box" come anche i tipi migliorati espandibili sono fissati, come detto, su una base conduttiva di supporto e di distribuzione della corrente. Da un punto di vista elettrico questa disposizione comporta che gli anodi siano collegati fra di loro in parallelo. I corrispondenti elettrolizzatori sono noti come elettrolizzatori monopolari: negli impianti di elettrolisi costituiti da un insieme di elettrolizzatori di questo tipo l'esercizio comporta tensioni totali ridotte con alte correnti elettriche che devono essere erogate da raddrizzatori relativamente costosi. L'investimento nei raddrizzatori è diminuito se, a parità di potenza, l'erogazione avviene sotto forma di correnti relativamente ridotte e di tensioni elevate: questi tipi di raddrizzatore richiedono l'impiego di elettrolizzatori noti come elettrolizzatori bipolari.

L'elettrolizzatore bipolare, descritto ad esempio in US 3,855,091, è costituito da un assieme di più elementi del tipo rappresentato nella sezione tridimensionale di figura 1, dove con (1) è indicato il corpo dell'elemento solitamente costruito in acciaio al carbonio dotato di rivestimento (2) in titanio sul lato anodico, con (3) gli anodi in lamiera di titanio provvista di aperture e di un film di materiale catalitico per l'evoluzione di cloro, dove la lamiera, piegata a forma di U con formazione di uno spazio interno vuoto, è connessa alla parete verticale (4) mediante strutture di supporto (5), con (6) un bocchello per l'estrazione del cloro prodotto e per

M

l'alimentazione della soluzione di cloruro di sodio tramite un tubo coassiale non mostrato in figura, con (7) i catodi costituiti da una serie di scatole appiattite parallele (note come dita catodiche) formate da lamiera provvista di aperture o da rete di fili metallici su cui è depositato il diaframma poroso di fibre inerti fissate con un polimero legante perfluorurato non mostrato in figura, e con (8) la flangia anodica che, pressata contro la corrispondente flangia catodica (9) insieme ad una apposita guarnizione non mostrata in figura, assicura la tenuta idraulica impedendo il rilascio verso l'ambiente circostante dei fluidi di reazione. La figura 2 mostra schematicamente una sezione vista dall'alto della struttura di un elettrolizzatore bipolare risultante dall'assemblaggio di elementi del tipo rappresentato in figura 1, limitato a tre elementi per semplicità di rappresentazione: si nota in particolare che gli anodi (3) risultano posizionati negli spazi vuoti esistenti fra i catodi (7) dell'elemento successivo e che essi, anziché essere fissati su un'unica base conduttiva di supporto come accade con gli elettrolizzatori monopolari, sono suddivisi a gruppi di uguale numero, con ciascun gruppo fissato sulla parete verticale di ciascun elemento. Questa disposizione comporta che l'elettrolisi venga condotta, a parità di potenza installata, con correnti relativamente ridotte e con tensioni elevate, il che, come detto precedentemente, permette in un impianto industriale di utilizzare raddrizzatori caratterizzati da minore investimento. Poiché gli anodi delle figure 1 e 2 hanno una struttura rigida non espandibile di larghezza sostanzialmente inferiore alla spaziatura esistente fra due dita catodiche vicine per evitare di danneggiare i diaframmi durante l'assemblaggio, è chiaro che nell'elettrolizzatore assemblato esiste una apprezzabile distanza fra le relative superfici: questa situazione, che è del tutto simile a quella che si presentava negli elettrolizzatori monopolari





equipaggiati con anodi "box", comporta che il consumo di energia elettrica degli elettrolizzatori bipolari equipaggiati con anodi di tipo rigido sia apprezzabilmente più elevato di quello dei corrispondenti elettrolizzatori monopolari equipaggiati con anodi di tipo espandibile.

L'osservazione delle figure 1 e 2 permette di capire che, dal momento in cui gli elementi sono pressati l'uno contro l'altro e l'elettrolizzatore è formato, non è più possibile accedere ai pacchi elettrolici formati da anodi e catodi intercalati visto che il tutto è in pratica sigillato dalle flange (8) e (9). Questa situazione non permette di utilizzare anodi espandibili del tipo noto per elettrolizzatori monopolari dotati come visto di vincoli estraibili dopo assemblaggio. L'interesse a diminuire il consumo di energia anche negli elettrolizzatori bipolari si è tradotto in disegni di anodi di tipo espandibile, ad esempio come rivendicato nel brevetto giapponese JP57032391, ove gli anodi rigidi delle figure 1 e 2 sono modificati come mostrato in figura 3 (vista dall'alto di un solo anodo) operando un taglio in corrispondenza della parte terminale curvilinea (1)0 in modo tale da permettere alle due superfici (11) dell'anodo modificato di ruotare verso l'esterno intorno ai punti di fissaggio (12) alla struttura di supporto (5) come indicato dalle frecce. In questo modo la distanza fra le superfici prospicienti dei diaframmi e degli anodi viene apprezzabilmente ridotta o al limite anche azzerata regolando opportunamente l'elasticità della struttura anodica. La possibilità di danneggiamento dei diaframmi e/o degli anodi e catodi durante l'avvicinamento di un elemento all'altro viene superata in modo analogo a quanto noto per gli elettrolizzatori monopolari, ricorrendo cioè all'uso di vincoli (13) in grado di mantenere gli anodi in posizione contratta (figura 4, vista dall'alto di un solo anodo): il problema della inaccessibilità degli anodi dopo assemblaggio che preclude ogni possibile intervento manuale

sugli elementi è aggirato costruendo i vincoli (13) in materiale solubile nella soluzione anodica di cloruro di sodio contenente cloro, ad esempio utilizzando come vincoli fili di acciaio o rame o nickel: in questo modo dopo un breve periodo di funzionamento, dell'ordine di alcune ore al massimo, i vincoli (13) si autodistruggono liberando le superfici (11) che possono a questo punto ruotare liberamente intorno ai punti (12) portandosi in vicinanza o in contatto con le superfici dei diaframmi. Operando con questi accorgimenti è possibile ridurre la tensione di funzionamento di ogni singolo elemento alla densità di corrente di  $2000 \text{ A/m}^2$  da circa 3.6 volt, tipica degli elementi equipaggiati con anodi rigidi, a 3.4 volt.

L'accorgimento descritto è efficace in fase di assemblaggio degli elettrolizzatori ma introduce il problema di possibili danneggiamenti in fase di disassemblaggio per manutenzione, quando l'allontanamento di un elemento dall'altro può determinare uno strisciamento delle superfici anodiche contro le superfici dei diaframmi e dei catodi, con forti possibilità di strappo o deformazione delle lamiere (11).

Lo scopo della presente invenzione è di presentare una struttura di anodi espandibili adatti ad elettrolizzatori bipolari in grado di permettere sia l'assemblaggio sia il disassemblaggio di elementi senza rischio di danneggiamento, pur continuando ad assicurare l'efficace avvicinamento ed eventualmente il contatto fra le superfici degli anodi e dei diaframmi depositati sulle dita catodiche.

Secondo un primo aspetto la presente invenzione descrive un dispositivo divaricatore di tipo reversibile inserito nello spazio interno vuoto degli anodi in grado di costringere le superfici degli anodi in una posizione di divaricazione

durante le fasi di assemblaggio degli elementi di un elettrolizzatore con riduzione o anche azzeramento della distanza fra le superfici prospicienti degli anodi e dei diaframmi depositati sulle dita catodiche e in una posizione di contrazione di tali superfici durante le fasi di disassemblaggio per manutenzione.

In un secondo aspetto il dispositivo dell'invenzione è caratterizzato dalla possibilità di prestabilire l'ampiezza della divaricazione che si verifica sugli anodi durante le fasi di assemblaggio degli elementi.

Secondo un terzo aspetto il dispositivo divaricatore dell'invenzione deve la sua reversibilità ad un componente dotato di elasticità, posizionato nello spazio interno vuoto definito dalle superfici contrapposte di ogni anodo e ad esse fissato, e collegato ad un ulteriore componente mobile in grado di traslare reversibilmente verso l'interno o verso l'esterno di detto spazio rispettivamente durante l'assemblaggio e durante il disassemblaggio degli elementi di un elettrolizzatore causando contemporaneamente la divaricazione o la contrazione delle superfici degli anodi.

Secondo un quarto aspetto il componente mobile del dispositivo divaricatore è costituito da un perno a sezione variabile dotato di una sezione di punta in materiale isolante elettricamente, in contatto con la superficie del diaframma durante le operazioni di assemblaggio e disassemblaggio, dove detto perno comprende una parte a comportamento elastico posizionata sulla sezione opposta a quella di punta in materiale isolante.

Secondo un quinto aspetto le sezioni a diametro maggiore e diametro minore del perno a sezione variabile del dispositivo divaricatore determinano rispettivamente la contrazione e la divaricazione delle superfici di ogni anodo.

Secondo un sesto aspetto il materiale elettricamente isolante della sezione di

ru

punta del perno del dispositivo divaricatore è costituito da politetrafluoroetilene o altro polimero resistente all'azione aggressiva del cloro e la parte a comportamento elastico è una molla che rispettivamente si comprime o si distende durante le fasi di assemblaggio e disassemblaggio degli elementi di un elettrolizzatore.

Nella parte successiva del testo e nelle relative figure l'invenzione è spiegata in maggiore dettaglio, in particolare attraverso la descrizione di realizzazioni preferite.

La presente invenzione è diretta a superare la principale limitazione degli anodi espandibili per elettrolizzatori bipolari della tecnologia nota, dove tale limitazione consiste sostanzialmente nell'assenza di reversibilità intendendo con questo che gli anodi si divaricano durante la fase di assemblaggio riducendo o anche annullando la distanza delle loro superfici rispetto a quelle prospicienti dei diaframmi depositati sulle dita catodiche, ma non hanno la possibilità di contrarsi nuovamente quando per ragioni di manutenzione gli elementi di un elettrolizzatore debbano essere disassemblati. E' chiaro che, nel momento dell'allontanamento di un elemento rispetto all'altro, il fatto che gli anodi siano irreversibilmente nello stato divaricato comporta lo strisciamento degli anodi stessi contro i diaframmi e le relative superfici delle dita catodiche con elevate possibilità di danneggiamento e deformazione quando le inevitabili irregolarità delle superfici si blocchino le une contro le altre. E' anche chiaro che il metodo della tecnologia nota, basato sull'uso di vincoli labili, che vengono disciolti durante le primi ore di funzionamento dalla soluzione di cloruro sodico contenente cloro in cooperazione con l'azione del potenziale anodico, e sull'espansione indotta dall'elasticità propria delle superfici degli anodi, non consente inoltre di prefissare l'ampiezza della divaricazione. Ne



consegue che per evitare danneggiamenti dei diaframmi causati da una eccessiva pressione esercitata dalle superfici degli anodi, gli anodi stessi sono costruiti impartendo alle loro superfici un grado moderato di elasticità che consente una divaricazione prudenziale tale da permettere di diminuire la distanza rispetto alle superfici dei diaframmi, ma non di eliminarla completamente in considerazione dei rischi accennati.

La presente invenzione supera queste limitazioni utilizzando un dispositivo divaricatore reversibile in grado di causare la divaricazione graduale delle superfici contrapposte di anodi espandibili per elettrolizzatori bipolari a diaframma durante la fase di avvicinamento di un elemento all'altro e al contrario la progressiva contrazione durante la fase di allontanamento di un elemento dall'altro come accade nel disassemblaggio effettuato per procedere a manutenzione. Inoltre prima di procedere all'assemblaggio il dispositivo divaricatore reversibile dell'invenzione può essere sottoposto ad una regolazione che consente di prestabilire il grado di apertura massima delle superfici degli anodi durante l'assemblaggio e con ciò la distanza di massimo avvicinamento delle superfici degli anodi alle superfici dei diaframmi. Il massimo avvicinamento delle superfici è sostanzialmente una funzione della qualità di costruzione degli elementi e del loro grado di conservazione: se la costruzione è stata effettuata secondo standard severi di tolleranza meccanica il dispositivo dell'invenzione viene regolato in modo da minimizzare e persino annullare la distanza fra le superfici degli anodi e dei diaframmi, permettendo così di ottenere il massimo beneficio durante l'esercizio sotto forma di consumi di energia elettrica particolarmente ridotti. Se la costruzione è stata eseguita con standard di qualità poco severi o se gli elementi nel corso della loro vita sull'impianto hanno subito danneggiamenti meccanici

durante le movimentazioni che accompagnano i disassemblaggi per le manutenzioni periodiche, allora il dispositivo dell'invenzione permette di effettuare una regolazione che riduce la massima apertura degli anodi una volta intercalati alle dita catodiche. In questo caso la distanza fra le superfici degli anodi e dei diaframmi è maggiore rispetto a quella della situazione ottimale prima vista: conseguentemente si accetta un consumo di energia elettrica relativamente maggiore, controbilanciato però dall'assenza di danneggiamenti dei diaframmi anche in presenza di elementi caratterizzati da forti irregolarità geometriche.

Questo insieme di vantaggi può essere ottenuto in vari modi: nel seguito si intende fare riferimento a due realizzazioni particolarmente preferite senza che ciò debba essere considerato limitante nei confronti dell'invenzione della quale i tecnici del campo saranno certamente in grado di individuare ulteriori forme di costruzione.

Il principio di base dell'invenzione deriva dalla considerazione secondo cui durante la fase di assemblaggio degli elementi per formare un elettrolizzatore l'unica sorgente di movimento sfruttabile per ottenere l'espansione delle superfici degli anodi è rappresentata dall'avvicinamento degli elementi stessi. Tenendo presente questo principio gli inventori hanno ideato varie realizzazioni di cui due particolarmente preferite sono mostrate nelle figure seguenti.

La figura 5A propone una schematizzazione di una sezione vista dall'alto di due elementi di elettrolizzatore in fase di avvicinamento, in cui con (1), (3), (7) e (11) sono indicati come nelle figure precedenti la struttura in acciaio degli elementi, gli anodi, i catodi e le superfici contrapposte di ciascun anodo costituite da lamiera dotata di aperture e di film catalitico per l'evoluzione del cloro. Con (14) è identificato il dispositivo divaricatore reversibile dell'invenzione inserito nello spazio interno vuoto di ciascun anodo. Il dispositivo comprende un lamierino in

titanio (15) piegato in modo da formare un rettangolo con le estremità (16) parzialmente vincolate dal perno (17) e in grado di traslare reversibilmente verso l'esterno e l'interno. Le facce del lamierino sono fissate alle superfici (11) degli anodi (3), ad esempio, ma non esclusivamente, con punti di saldatura. Le superfici degli anodi possono ruotare intorno ai punti di fissaggio alle strutture di supporto (non rappresentate in figura) poiché le loro estremità (26) non sono in alcun modo vincolate. Il lamierino (15) è dotato di elasticità in grado di spostare le estremità (16) con conseguente divaricazione o contrazione delle superfici (11) degli anodi: le estremità (16) sono mantenute nella posizione contratta di figura 5A quando il perno (17) attraversa le estremità stesse con la sezione (18) di maggiore diametro e si portano nella posizione di espansione della figura 5B quando il perno le attraversa con la sezione (19) di minore diametro. Per consentire questo movimento le estremità (16) sono provviste di asolature (25) come mostrato in figura 6. Il perno (17) è fornito di una ulteriore sezione di punta (20) costituita o da un cilindro di materiale elettricamente isolante o da un cilindro di titanio rivestito con un materiale elettricamente isolante, ad esempio un materiale polimerico caratterizzato da elevata inerzia chimica, più in particolare politetrafluoroetilene. Fra il perno (17) e il lato di fondo di (15) è inserita una molla (21) il cui ruolo funzionale verrà descritto nel seguito. Il perno (17) attraversa la molla (21) e si prolunga oltre il lato di fondo di (15) sotto forma di barra filettata sulla quale è avvitato un dado (22), che ha la funzione di finecorsa, cioè di fissare la posizione del perno (17) prima dell'inizio delle operazioni di assemblaggio. La sezione di punta (20) del perno (17) può scorrere lungo l'asse del perno (17), ad esempio tramite rotazione su un filetto (non mostrato nelle figure) praticato sulla parte terminale della sezione (19). Lo spostamento longitudinale di (20) permette di

regolare la distanza fra l'apice della sezione di punta (20) e la molla (21) e rappresenta un modo semplice per prestabilire prima dell'assemblaggio l'ampiezza della divaricazione del dispositivo (14) e quindi delle superfici (11) degli anodi (3): infatti l'ampiezza di divaricazione dipende dalla posizione relativa delle estremità asolate (16) e della sezioni a diverso diametro del perno (17). In particolare, ad assemblaggio completato le estremità asolate (16) possono coincidere con la sezione (18) a maggiore diametro (superfici (11) contratte) o con la sezione (19) a minore diametro (superfici (11) nella posizione di massima divaricazione) o con il raccordo conico fra le due sezioni (18) e (19) (superfici (11) in posizione di divaricazione intermedia). Il dispositivo comprende infine una guaina cilindrica (23) il cui compito è di assicurare il centraggio del perno (17).

La struttura del dispositivo divaricatore reversibile dell'invenzione è mostrata in figura 6 come rappresentazione tridimensionale di una vista dall'alto, dove le varie parti componenti sono ancora indicate con gli stessi numeri identificativi utilizzati nelle figure precedenti.

Il funzionamento del dispositivo dell'invenzione viene ora descritto facendo riferimento alle due figure schematiche 5A e 5B: nella fase iniziale di avvicinamento degli elementi (figura 5A) le molle (21) sono estese e mantengono i perni (17) in una posizione sporgente con le sezioni di punta (20) rispetto alle estremità (26) delle superfici (11): in particolare in questa posizione i perni (17) attraversano le estremità (16) dei lamierini elastici (15) con la sezione a maggiore diametro e pertanto, grazie all'azione di parziale vincolo delle asolature (25), i lamierini e quindi anche le superfici (11) ad essi fissate sono mantenuti in posizione contratta. In questa fase le superfici catodiche piane (24) provviste di diaframma (27) si trovano ancora ad una certa distanza dalle punte (20). Come





prosegue l'avvicinamento degli elementi, le superfici piane (24) giungono a contatto con le punte (20) dei perni (17) che vengono progressivamente spostati verso lo spazio interno vuoto degli anodi (3) comprimendo le molle (21): nella fase finale, in cui gli elementi sono pressati gli uni contro gli altri (figura 5B), i perni (17) attraversano le estremità (16) dei lamierini elastici (15) con la sezione a minore diametro o con la porzione conica di raccordo fra le due sezioni a differente diametro. Il gioco così creato con le asolature (25) permette ai lamierini e alle superfici (11) degli anodi (3) ad essi fissate di divaricarsi sotto la spinta elastica del materiale dei lamierini stessi ed eventualmente delle superfici (11). In questo modo le superfici (11) si portano a distanza più o meno ridotta o anche a contatto con le dita catodiche (7) a seconda di come è stata regolata la posizione della sezione di punta (20).

Durante una successiva fase di disassemblaggio dovuta ad esigenze di manutenzione il funzionamento del dispositivo si inverte: in particolare, con l'allontanamento degli elementi viene a mancare la spinta esercitata dalle superfici piane catodiche (24) sulle punte (20) dei perni (17), e le molle (21), compresse durante il precedente esercizio, si estendono spingendo i perni (17) nella posizione originale vista all'inizio dell'assemblaggio, con la sezione di punta (20) sporgente dalla estremità (26) delle superfici (11). In questa posizione i perni (17) attraversano le estremità (16) delle superfici (11) con la sezione a maggiore diametro e grazie alla cooperazione delle asolature (25) costringono i lamierini (15), e quindi anche le superfici (11) ad essi fissate, in posizione contratta (già vista in figura 5A) che facilita grandemente l'operazione di disassemblaggio evitando danni di natura meccanica, come strappi e deformazioni. Il funzionamento del dispositivo dell'invenzione è quindi pienamente reversibile per

quanto riguarda il passaggio da posizione contratta a posizione divaricata e viceversa, e consente inoltre, attraverso una semplice operazione di preregolazione, di stabilire la distanza fra le superfici (11) degli anodi (3) e le superfici delle dita catodiche con la quale condurre l'elettrolisi.

Il funzionamento del dispositivo dell'invenzione, discusso sulla base delle figure schematiche 5A e 5B, è mostrato per migliore comprensione come rappresentazione tridimensionale di una vista dall'alto nelle figure 7A (fase di assemblaggio, con i perni (17) che attraversano le estremità (16) con la sezione a maggiore diametro mantenendo i lamierini (15) e le superfici (11) degli anodi (3) in posizione contratta) e 7B (assemblaggio terminato, fase di esercizio con i perni (17) che attraversano le estremità (16) con la sezione a minore diametro permettendo la massima espansione dei lamierini (15) e delle superfici (11) degli anodi (3)).

Una ulteriore possibile realizzazione dell'invenzione è schematizzata nella figura 8. L'anodo (3), le cui superfici non sono in alcun modo vincolate in corrispondenza delle estremità (26), è provvisto di un perno centrale (28) costituito da una striscia di titanio fissata in (29) alla struttura di supporto (5): la striscia di titanio è piegata a zig-zag in modo da formare una sezione dotata di elasticità costituita da una serpentina (30) ed è fornita in corrispondenza dell'estremo opposto a (29) di un componente (31) a forma di cuneo, ottenuto ad esempio piegando la striscia stessa e fissando una opportuna lamina addizionale (32) con un punto di saldatura (33). Il componente (31) a forma di cuneo ha un apice ad angolo acuto (35) verso la striscia (28) ed è isolato elettricamente almeno nella parte piana (34) opposta a tale apice. L'anodo (3) può essere dotato di dettagli interni di centratura del dispositivo (28) non mostrati. Il funzionamento del dispositivo (28) di figura 8 è

simile a quello precedentemente descritto per il dispositivo delle figure 5, 6 e 7. In particolare, durante l'avvicinamento degli elementi in fase di assemblaggio le superfici piane catodiche (24), giunte in contatto con la parte piana (34) del componente (31) a forma di cuneo, esercitano una pressione progressiva sulla parte di striscia a forma di serpentina (30). La contrazione della serpentina (30) permette l'avanzamento del componente (31) fra le estremità (26) delle superfici (11) degli anodi (3) determinandone la progressiva divaricazione ed avvicinamento alla superficie dei diaframmi depositati sulle dita catodiche (7). La regolazione della divaricazione delle superfici (11) degli anodi (3) è in questo caso ottenuta variando opportunamente l'angolo acuto (35) di penetrazione del componente a forma di cuneo (31) fra le estremità (26) delle superfici (11). In fase di disassemblaggio il funzionamento del dispositivo si inverte: infatti con l'allontanamento degli elementi cessa la spinta delle superfici piane (24) sul componente (31) e quindi sulla serpentina (30) che può così progressivamente estendersi. L'estensione della serpentina (30) determina a sua volta lo slittamento verso l'esterno del componente (31) e in definitiva la contrazione degli anodi (3) dovuta alla progressiva chiusura delle superfici (11). Pertanto anche il dispositivo di figura 8 è caratterizzato da quelle doti di reversibilità che, come si è più volte detto, sono necessarie per permettere l'assemblaggio e il disassemblaggio di elementi di un elettrolizzatore bipolare a diaframma senza incorrere in gravi danneggiamenti meccanici. Inoltre anche il dispositivo di figura 8 è dotato della possibilità di preregolazione della divaricazione delle superfici (11) degli anodi (3). La descrizione di cui sopra non sarà intesa come limitante l'invenzione, che può essere praticata secondo ulteriori realizzazioni differenti senza discostarsene dagli scopi, e la cui portata è univocamente definita dalle rivendicazioni allegate.

*h*

## RIVENDICAZIONI

1. Un anodo espandibile per celle bipolari a diaframma comprendente due superfici principali contrapposte fissate ad una struttura di supporto e separate da un'intercapedine all'interno della quale è alloggiato un dispositivo divaricatore reversibile.
2. L'anodo della rivendicazione 1 ove dette superfici principali contrapposte sono provviste di aperture e ricoperte con un film di materiale catalitico per l'evoluzione di cloro.
3. L'anodo della rivendicazione 1 o 2 ove detto dispositivo divaricatore reversibile costringe dette superfici principali contrapposte in una posizione di divaricazione quando l'anodo è assemblato nella cella bipolare a diaframma e in una posizione di contrazione l'anodo è disassemblato.
4. L'anodo della rivendicazione 3 ove l'ampiezza di detta divaricazione è prestabilita prima dell'assemblaggio di cella.
5. L'anodo delle rivendicazioni precedenti ove detto dispositivo divaricatore reversibile comprende un primo componente elastico fissato a dette superfici principali collegato a un secondo componente mobile in grado di traslare reversibilmente dette superfici principali causandone la divaricazione o contrazione rispettivamente durante l'assemblaggio o il disassemblaggio di cella.
6. L'anodo della rivendicazione 5 ove detto componente mobile è un perno dotato di molla e finecorsa
7. L'anodo della rivendicazione 6 ove detto perno comprende una prima sezione a diametro maggiore in grado di portare detto primo componente elastico in posizione di contrazione, una seconda sezione a diametro minore collegata a detta prima sezione a diametro maggiore con un raccordo conico in grado di



portare detto primo componente elastico da una posizione di massima divaricazione ad una posizione di divaricazione intermedia, una terza sezione di punta elettricamente isolante, detta posizione di massima divaricazione e detta posizione di divaricazione intermedia stabilite dalla distanza fra l'apice di detta terza sezione di punta e detta molla.

8. L'anodo della rivendicazione 7 ove detta terza sezione di punta comprende un materiale polimerico chimicamente inerte.

9. L'anodo della rivendicazione 7 o 8 ove detta distanza fra l'apice di detta terza sezione di punta e detta molla è regolabile.

10. L'anodo della rivendicazione 9 ove detta distanza fra l'apice di detta terza sezione di punta e detta molla è regolata ruotando detta terza sezione di punta in condizioni di cella disassemblata.

11. L'anodo delle rivendicazioni da 5 a 10 ove detto primo componente elastico e detto secondo componente mobile sono costruiti con materiali comprendenti il titanio.

12. L'anodo delle rivendicazioni da 1 a 4 ove detto dispositivo divaricatore reversibile comprende una striscia fissata a detta struttura di supporto, provvista di una sezione elastica e di un componente a forma di cuneo che determina detta divaricazione di dette superfici principali fissato a detta striscia all'estremità opposta a quella fissata a detta struttura di supporto.

13. L'anodo della rivendicazione 12 ove detta sezione elastica comprende una serpentina.

14. L'anodo della rivendicazione 12 o 13 ove detto componente a forma di cuneo ha un apice ad angolo acuto rivolto verso detta striscia.

15. L'anodo della rivendicazione 14 ove detto componente a forma di cuneo è

isolato elettricamente almeno in una sezione piana opposta a detto apice ad angolo acuto.

16. L'anodo delle rivendicazioni da 12 a 15 ove detto componente a forma di cuneo è ricavato piegando e fissando ad una lamina addizionale detta striscia, ed ove la divaricazione di dette superfici è regolabile mediante la regolazione di detto angolo acuto.

17. L'anodo delle rivendicazioni da 12 a 16 ove detta striscia e detto componente a forma di cuneo sono costruiti con materiali comprendenti il titanio.

18. Una cella bipolare a diaframma che comprende un anodo delle rivendicazioni da 1 a 17.

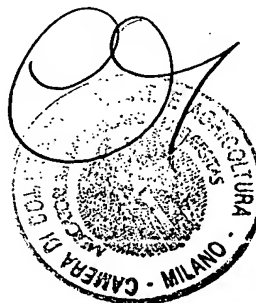
19. Un elettrolizzatore cloro-alkali che comprende almeno una cella della rivendicazione 18.

20. Un anodo che comprende gli elementi caratteristici della descrizione e delle figure.

DE NORA ELETTRODI S.p.A.



Renato Gazzaniga, Amministratore Delegato



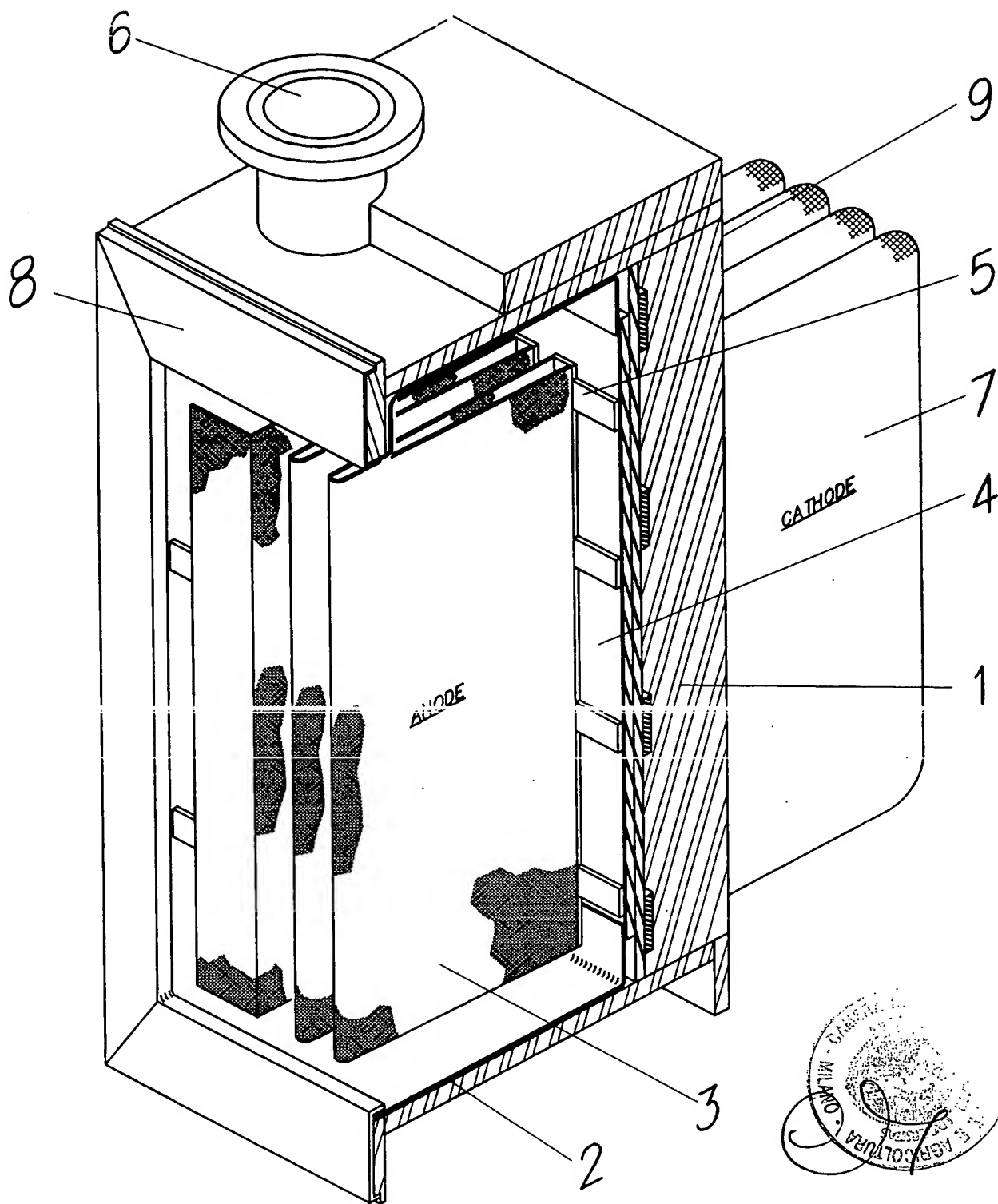


Fig. 1

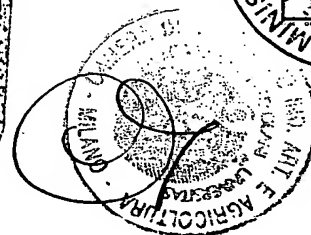
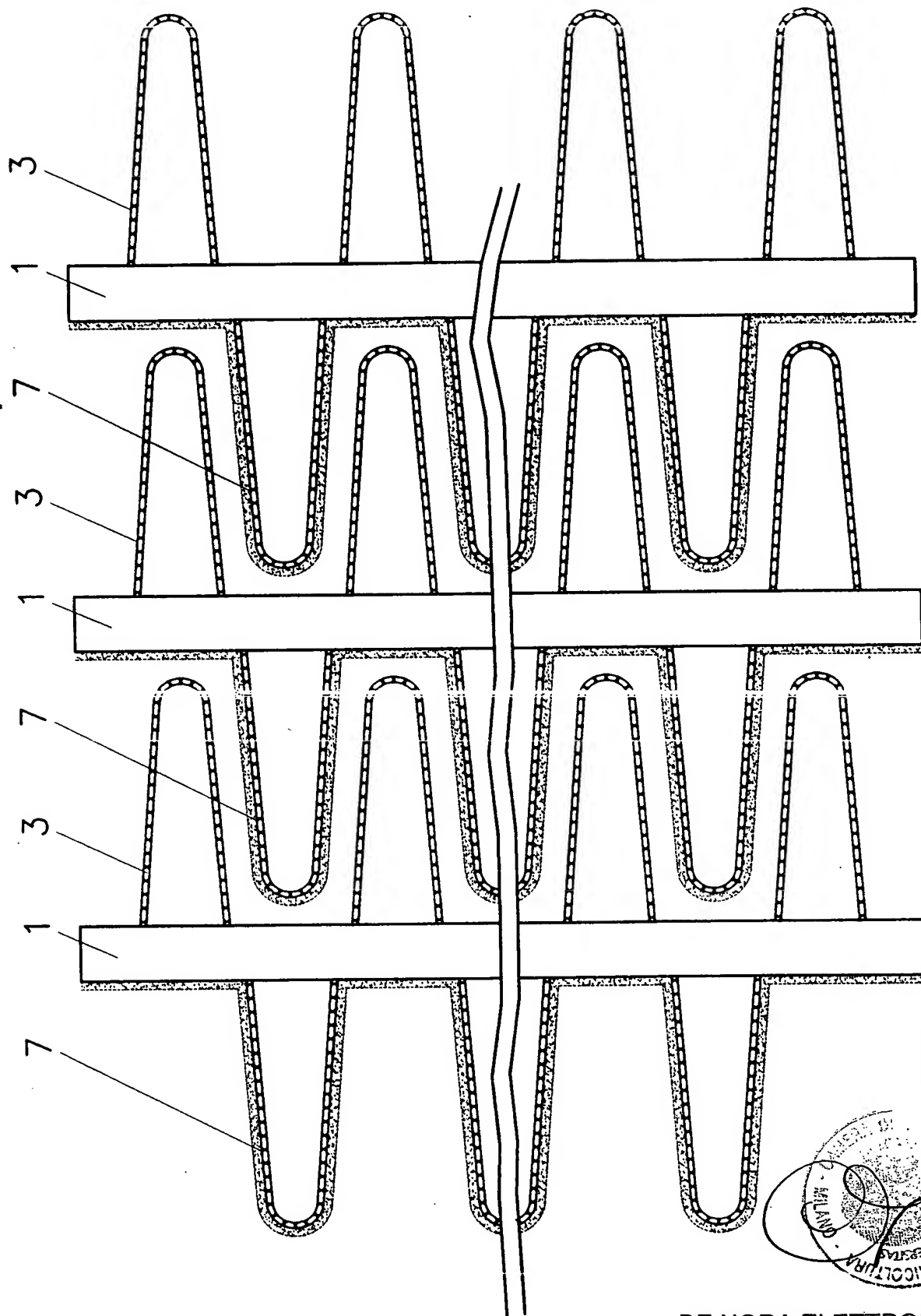
MI 2003 A 0 0 0 7 3 1

DE NORA ELETTRODI S.p.A.

Renato Gazzaniga, Amministratore Delegato

*N. Gazzaniga*

Fig. 2



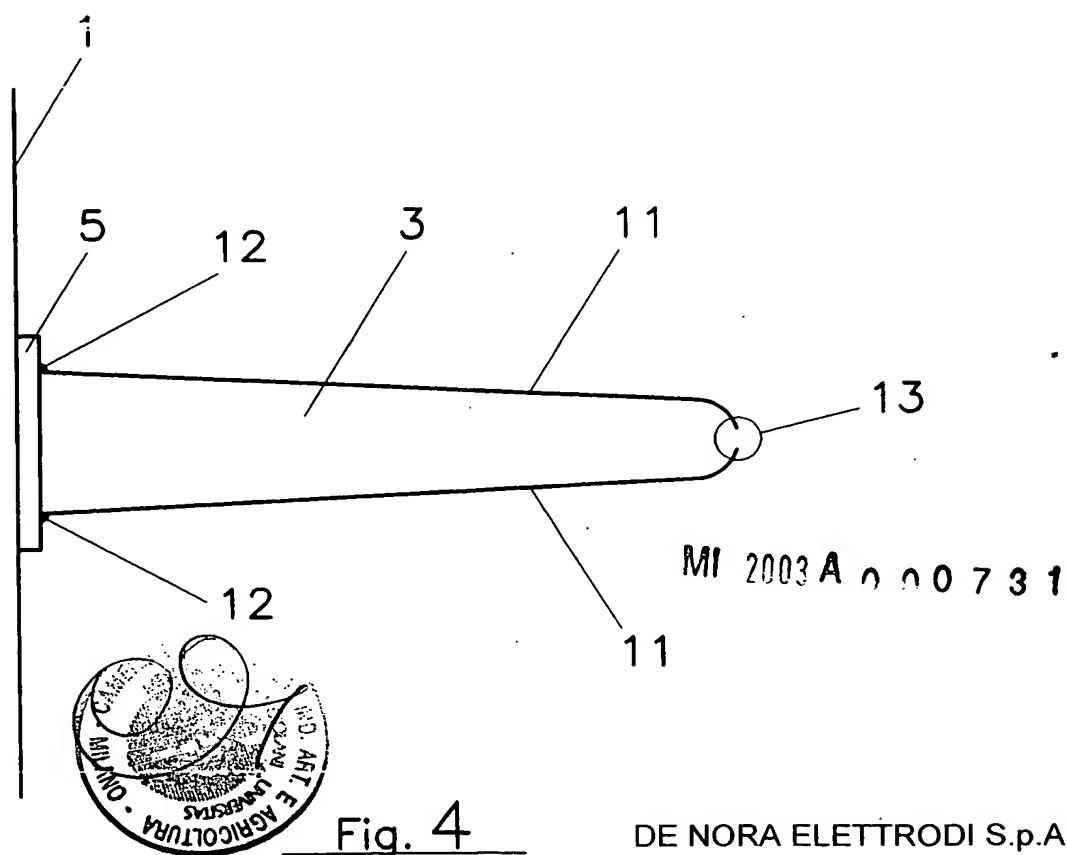
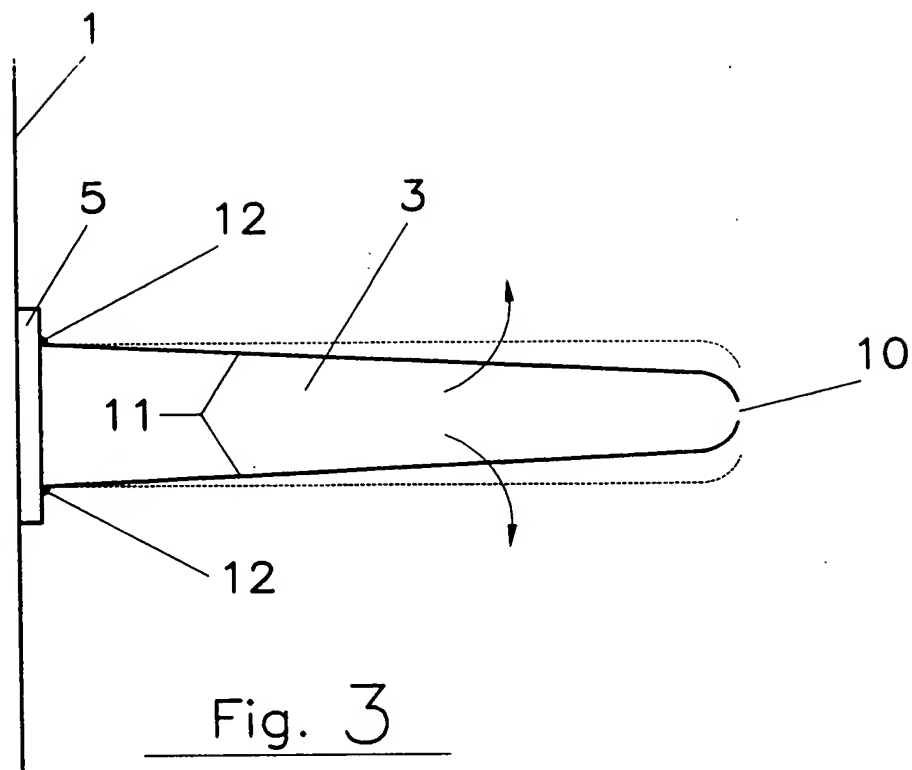
MI 2003 A 0 00 73 11

DE NORA ELETTRODI S.p.A.

Renato Gazzaniga, Amministratore Delegato

*N. Gazzaniga*



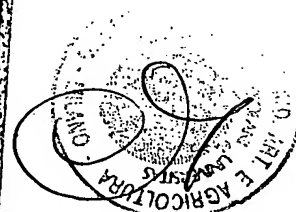
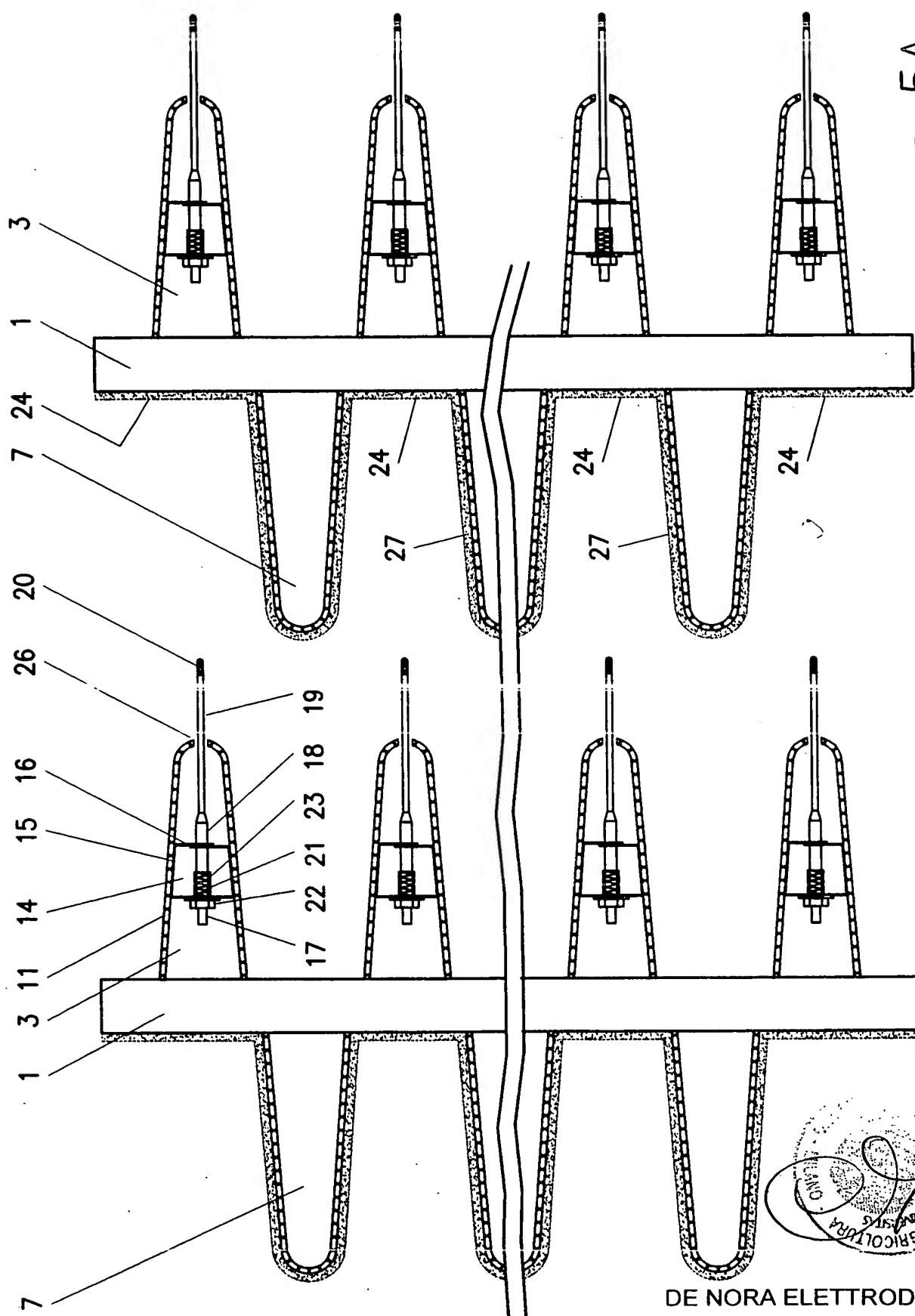


DE NORA ELETTRODI S.p.A.

Renato Gazzaniga, Amministratore Delegato

*N. Gazzaniga*

Fig. 5A



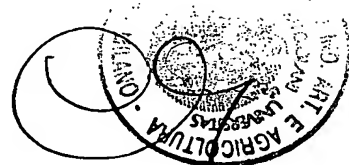
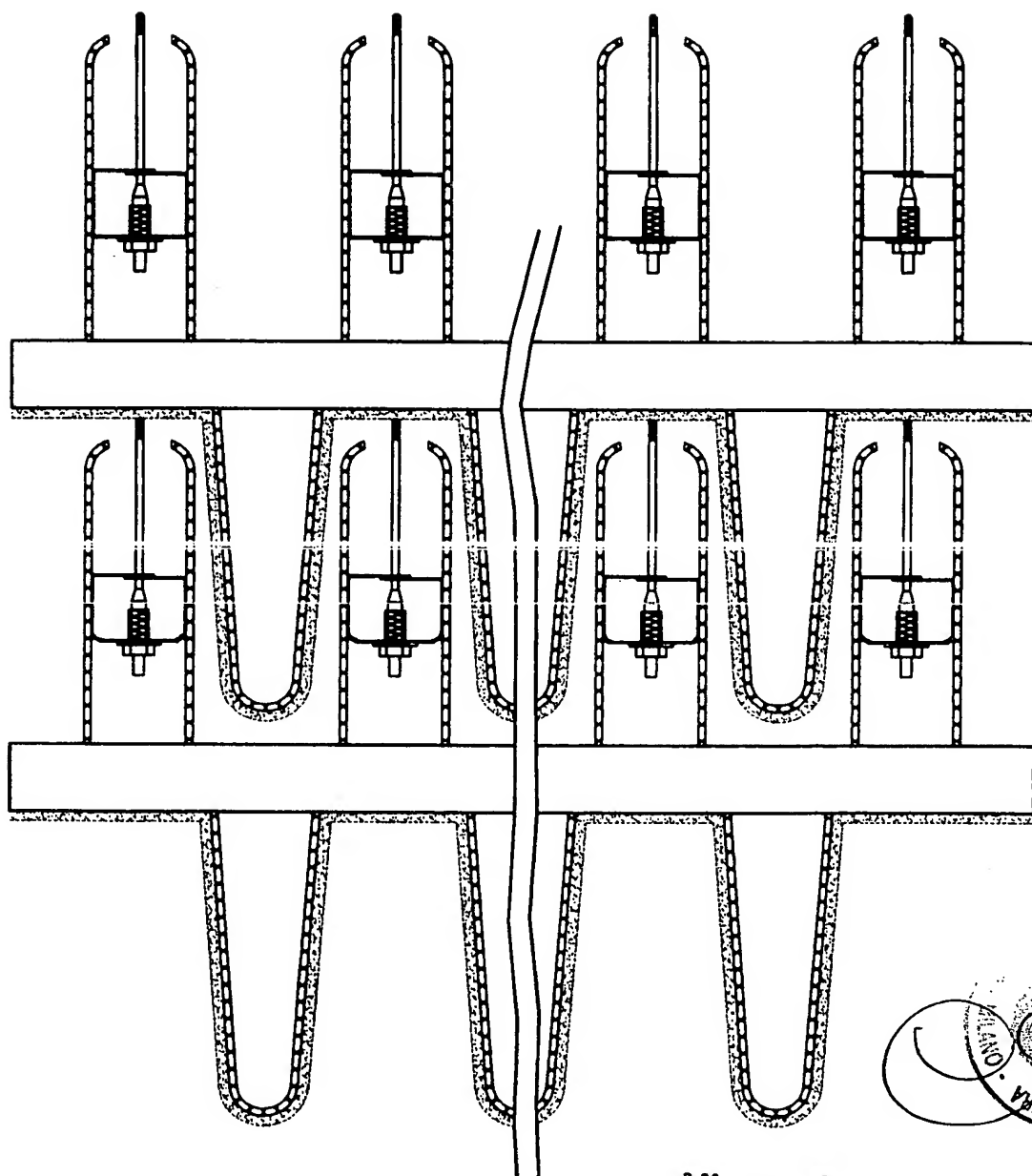
DE NORA ELETTRODI S.p.A.

MI 2003 A 0 0 0 7 3 1

Renato Gazzaniga, Amministratore Delegato

*N. C.*

Fig. 5B



MI 2003 A 0 00 7 3 1

DE NORA ELETTRODI S.p.A.

Renato Gazzaniga, Amministratore Delegato

*R. Gazzaniga*

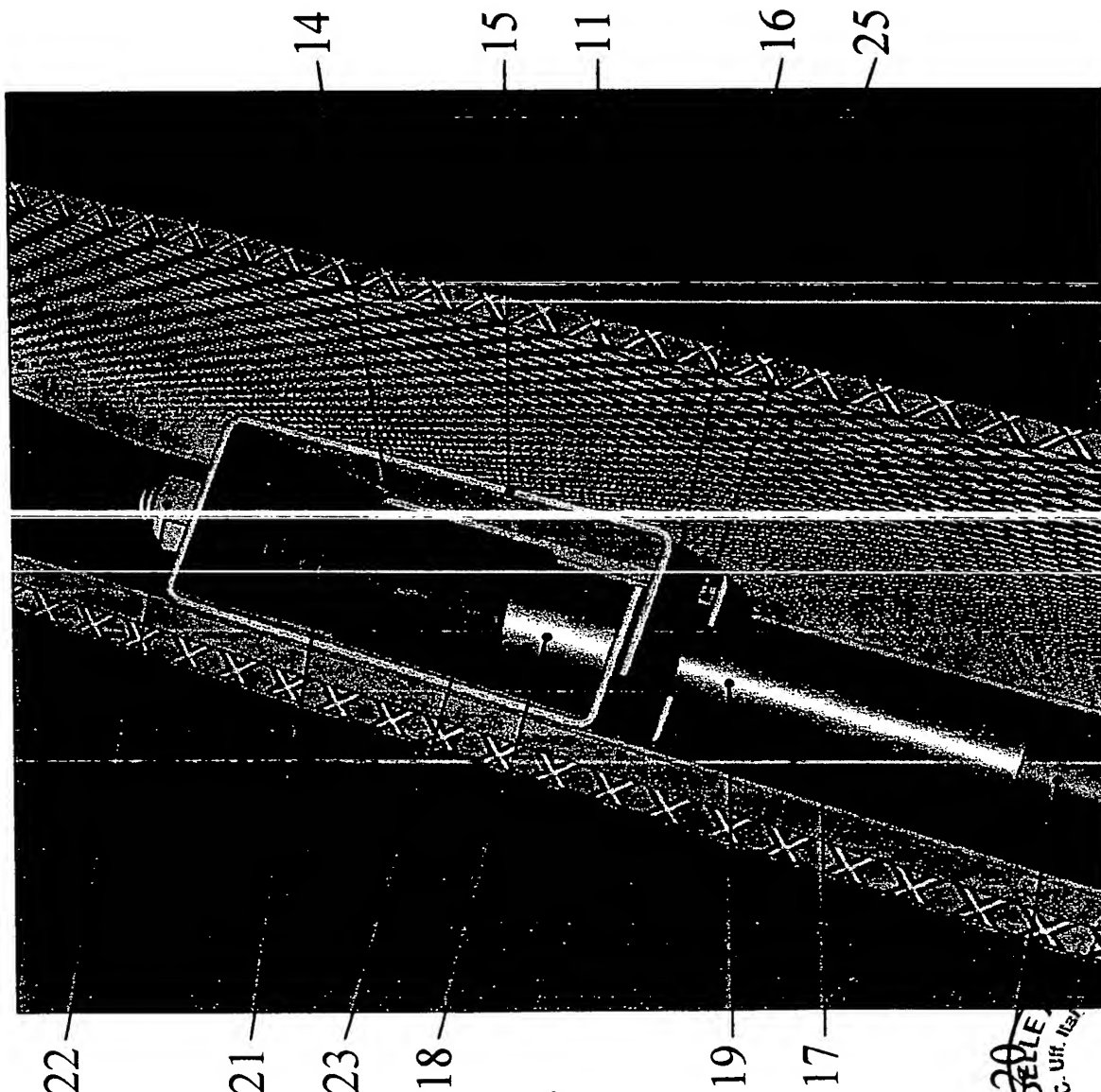


Fig. 6

MI 2003 A 0 0 0 7 3 1

DE NORA ELETTRODI S.p.A.

Renato Gazzaniga, Amministratore Delegato

*n. G.*

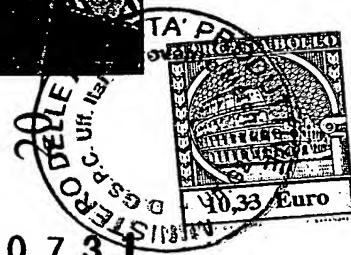
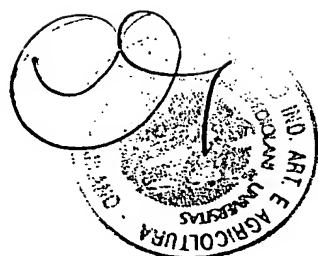


Fig.  
7B

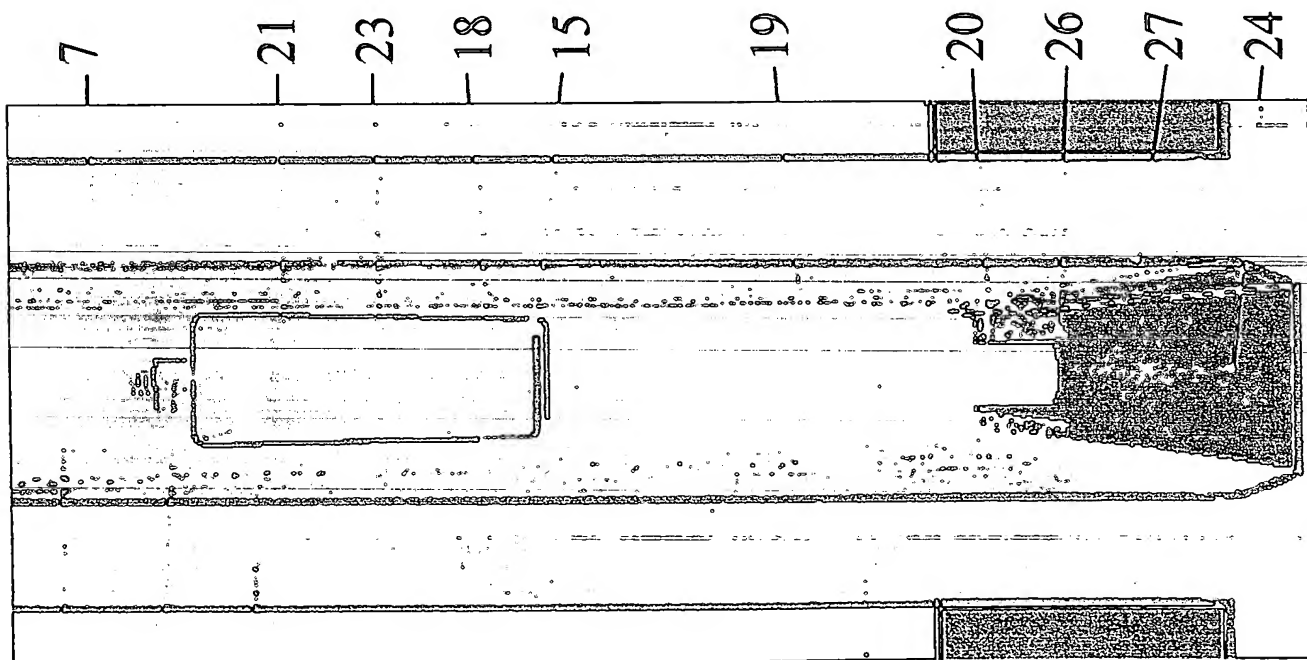
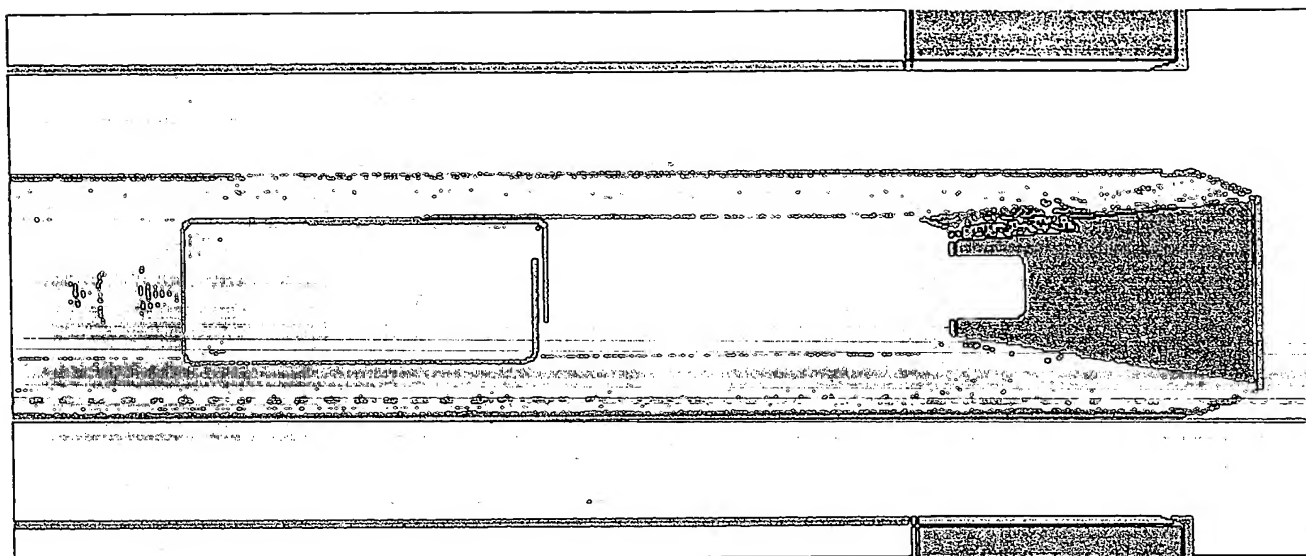


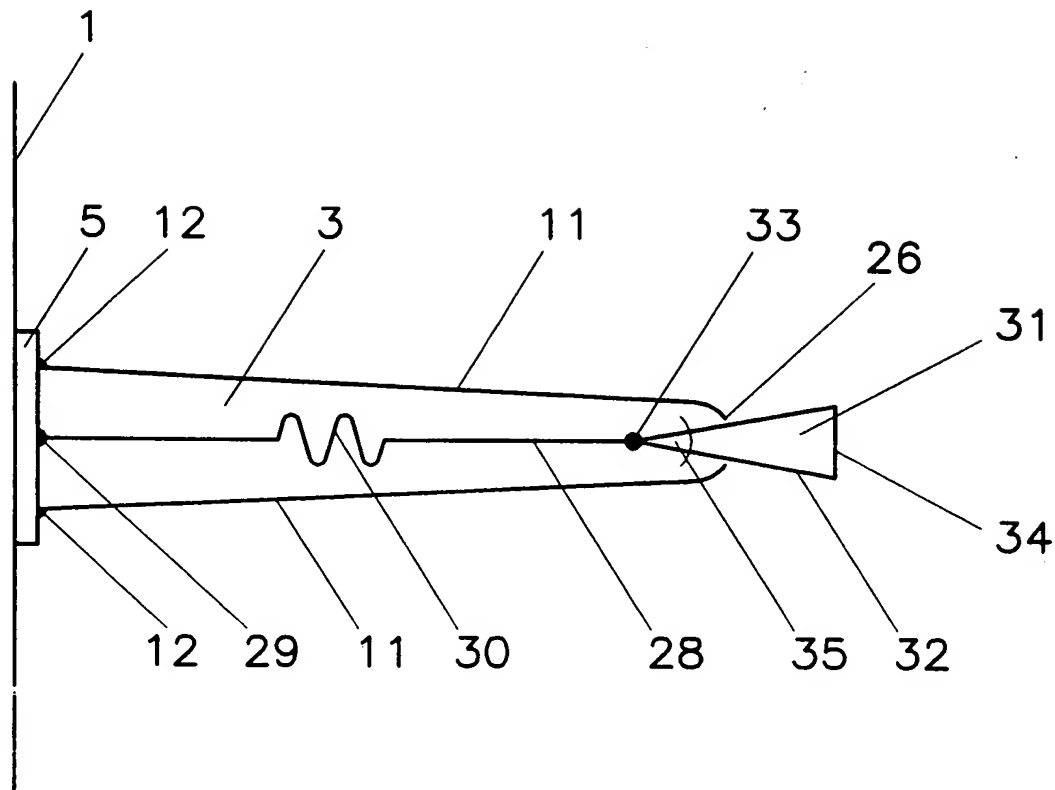
Fig.  
7A

MI 2003A 0 00 7 3 1  
DE NORA ELETTRODI S.p.A.

Renato Gazzaniga, Amministratore Delegato

*R. Gazzaniga*





MI 2003 A 0 0 0 7 3 1

*Handwritten signature or mark.*



Fig. 8

DE NORA ELETTRODI S.p.A.

Renato Gazzaniga, Amministratore Delegato

*Handwritten signature.*